



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 198 57 234 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 02 M 25/07
F 02 C 6/12
F 02 D 21/08

②① Aktenzeichen: 198 57 234.4
②② Anmeldetag: 11. 12. 1998
④③ Offenlegungstag: 29. 6. 2000

DE 198 57 234 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Daudel, Helmut, 73614 Schorndorf, DE; Sumser,
Siegfried, Dipl.-Ing., 70184 Stuttgart, DE; Schmidt,
Erwin, 73666 Baltmannsweiler, DE; Finger, Helmut,
Dipl.-Ing., 70771 Leinfelden-Echterdingen, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 196 03 591 C1
DE 44 29 232 C1
DE 43 30 487 C1
DE 43 12 078 C2
DE 43 03 521 C1
DE-OS 28 55 687

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Abgasrückführung

⑤⑦ Eine Vorrichtung zur Abgasrückführung für eine aufgeladene Brennkraftmaschine weist folgende Merkmale auf: Einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine und einem Verdichter, eine Abgasleitung und eine Ladeluftleitung und eine Abgasrückführungsleitung, die die Abgasleitung vor der Abgasturbine mit der Ladeluftleitung nach dem Verdichter verbindet. Die Abgasturbine ist als zweiflutige Turbine ausgebildet. Die Kanäle der beiden Fluten sind asymmetrisch, mit einem kleineren und einem größeren Kanal ausgebildet. Die Abgasturbine weist zur Änderung des Abgasdurchsatzes eine variable Geometrie auf. Durch eine Regeleinrichtung ist der Druck in der Abgasrückführungsleitung derart steuerbar, daß dieser höher einstellbar ist als der Druck in der Ladeluftleitung nach dem Verdichter.

DE 198 57 234 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abgasrückführung für eine aufgeladene Brennkraftmaschine.

Um möglichst niedrige Schadstoffgrenzwerte zu erreichen wird versucht, bei Brennkraftmaschinen, insbesondere bei Nutzfahrzeugmotoren, Abgasrückführkonzepte zu entwickeln, die auf eine Stickstoffoxidemission senkend einwirken und zwar ohne daß der Kraftstoffverbrauch zu stark ansteigt. Zu diesem Zweck ist z. B. aus der DE 43 30 487 C1 und der DE 43 03 521 C1 bekannt bei einem Turbolader eine Abgasturbine vorzusehen, die eine variable Geometrie z. B. ein verstellbares Leitgitter, drehbare Leitschaufeln, axial verschiebbliche Leitgitterringe oder ähnliches, aufweisen. Durch die Veränderung der Geometrie der Abgasturbine, z. B. durch ein Schließen der Turbinenleitgitter, kann in weiten Betriebsbereichen bis zur Vollastlinie weitgehend erreicht werden, daß sich die Turbineneintrittsdrücke p_3 größer als die Ladedrücke p_2 einstellen, womit die Möglichkeit gegeben wird, Abgas vor der Turbine zu der Ladeluftseite, z. B. nach einem Ladeluftkühler direkt vor den Motor zu fördern, wobei keine Abnahme des verbrauchsrelevanten Luft-Kraftstoffverhältnisses auftritt.

Problematisch ist jedoch, daß im Vollastbereich die Grenze des maximal möglichen Zylinderdruckes oder auch die Pumpgrenze des Verdichters, des Abgasturboladers eine Abgasrückführung verhindern oder zumindest einschränken. Diese Behinderungen bzw. Einschränkungen lassen sich bei bekannten Vorrichtungen nur durch Zusatzmaßnahmen, die sich auf den Gesamtwirkungsgrad des Ladungswechsels auswirken, abschwächen. Als Zusatzmaßnahmen sind z. B. in der DE 44 29 232 C1 variable Ejektoren als Durchflußreguliereinrichtungen bekannt, die in der Ladeluftleitung angeordnet werden. Auch Zusatzverdichteranordnungen, wie z. B. in der DE 43 12 078 C2 beschrieben, sind zum Pumpen von Abgas möglich.

Mit Hilfe von verstellbaren Leitgittern ist es auch möglich, im Motorbremsbetrieb eine sogenannte Turbobremse zu schaffen, wozu die Turbinenleitgitter auf sehr kleine Strömungsquerschnitte eingestellt und in der Motorbremsphase praktisch eine Hochaufladung der Brennkraftmaschine stattfindet und somit sehr hohe wählbare Motorbremsleistungen eingestellt werden können.

Versuche in der Praxis haben jedoch gezeigt, daß die hohen Anforderungen an die Lebensdauer von Brennkraftmaschinen, insbesondere von Nutzfahrzeugmotoren, durch die bisher bekannten Maßnahmen nicht erreicht werden können.

Aus der DE-OS 28 55 687 ist eine asymmetrische zweiflutige Abgasturbine bekannt, bei der die spiralförmigen Kanäle der beiden durch eine Zwischenwand getrennten Fluten unterschiedlich groß sind. Durch diese asymmetrische Aufteilung soll erreicht werden, daß der Druck in der Abgasleitung vor dem kleineren Kanal höher ist, als in der Ladeluftleitung, so daß eine Abgasrückführung möglich ist. Damit eine ausreichende Abgasrückführung auch bei hohen Ladedrücken gewährleistet ist, muß eine starke Asymmetrie vorgewählt werden, was sich jedoch nachteilig auf den Turbinenwirkungsgrad bzw. ganz allgemein auf den Ladungswechselwirkungsgrad vom Motor auswirkt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Abgasrückführung für eine aufgeladene Brennkraftmaschine zu schaffen, mit der bei unterschiedlichen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine Abgasrückführung ohne aufwendige Zusatzmaßnahmen möglich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch die unterschiedlich ausgebildeten Strömungskanäle in Verbindung mit einer variablen Geometrie der Abgasturbine, wie z. B. einem verstellbaren Leitgitter, läßt sich über eine Regeleinrichtung der Druck des rückzuführendes Abgases derart regeln, daß dieser im Bedarfsfalle stets über dem Druck der Ladeluft liegt, so daß immer eine Rückführung von Abgasen gewährleistet ist. Gleichzeitig wird jedoch durch eine entsprechende Regelung verhindert, daß es zu Problemen im Vollastbereich kommt.

Neben der Funktion als Turbobremse kann auf diese Weise erfindungsgemäß die variable Geometrie oder erfindungsgemäß in ein oder beide Ringkanäle einschiebbare Leitschaufeleinrichtung auch zur Beeinflussung des Druckes in der Abgasrückführungsleitung vor der Abgasturbine verwendet werden und damit auch eine Beeinflussung des Druckes in der Abgasrückführungsleitung.

Falls z. B. eine möglichst große Variabilität durch eine relativ hohe Asymmetrie der Kanäle gewählt wird, kann in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß in der Abgasleitung eine Abblase- oder Umblaseeinrichtung angeordnet ist, durch die ein Abgasaustausch zwischen den Kanälen der beiden Fluten und/oder eine Abblase durchführbar ist.

Auf diese Weise läßt sich eine Leistungsbegrenzung der Turbobremse und/oder Regelung der Abgasrückführmenge und der Abgasdrücke erreichen.

Da die Turbinenwirkungsgrade mit steigender Asymmetrie abnehmen, kann die Asymmetrie auch auf einen oberen Wert begrenzt werden und z. B. eine Druckreguliereinrichtung in der Ladeluftleitung, z. B. in Form eines variablen Ejektors vorgesehen werden. Auch die Kombination mit einem Zusatzverdichter oder einem zweiten Abgasturbolader, der parallel geschaltet ist, ist denkbar.

Anstelle oder zusätzlich zu unterschiedlich großen Kanälen kann im Ausgangsbereich eines Kanals auch eine Strömungsverengung, z. B. durch verstellbare Leitgitter, vorgesehen werden, die einen entsprechenden Druckaufbau in einem Kanal bewirkt.

Nachfolgend sind anhand der Zeichnung zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung prinzipiell dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Erfindung mit asymmetrischen Ringkanälen, und

Fig. 2 eine Ausschnittsvergrößerung des Ausgangsbereiches eines Ringkanales mit einem verstellbaren Leitgitter als Strömungsverengung.

Gemäß Fig. 1 wird Frischluft von einem Verdichter 1 eines Abgasturboladers 2 verdichtet und nach Durchgang durch einen Ladeluftkühler 3 und einer Durchflußreguliereinrichtung 4, die z. B. ein variabler Ejektor bekannter Bauart, über eine Ladeluftleitung 5 einer Brennkraftmaschine 6 zugeführt. Von der Brennkraftmaschine 6 aus führen getrennt gehaltene Austrittskrümmen für jeweils zwei "Sets" von nicht dargestellten Zylindern der Brennkraftmaschine (z. B. linke Seite und rechte Seite) entsprechend Abgas über Abgasleitungen 7a und 7b zu einer Abgasturbine 8. Die Abgasturbine 8 ist als zweiflutige Turbine ausgebildet mit zwei spiralförmigen Einstromkanälen 9 und 10, die durch eine Zwischenwand 11 voneinander getrennt sind. Bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 ist der Ringkanal 9 deutlich kleiner als der Ringkanal 10. Am Vereinigungspunkt der beiden Kanäle ist in bekannter Weise ein axial verstellbares Leitgitter 12 angeordnet, welches die Abgasströmung zu der Turbine 8 regelt. Die Turbine 8 ist durch eine Antriebswelle 13 mit dem Verdichter 1 verbunden. Zwischen den beiden Abgasleitungen 7a und 7b ist eine Um-/Abblaseeinrichtung 14 vorgesehen, die zum einen ein Überströmen zwischen den Fluten bzw. den beiden Kanälen 9 und 10 ermöglicht

und zum anderen auch – in Abhängigkeit von der Regelung der Um-/Abblaseeinrichtung 14 ein Abströmen über eine Leitung 15 hinter die Turbine 8 zuläßt. Auf diese Weise wird eine Leistungs- und Druckbegrenzung für die Motorbremse erzeugt, welche durch die variable Geometrie der Turbine entsprechend der Stellung des Leitgitters 12 erreicht wird. Gleichzeitig kann durch die Um-/Abblaseeinrichtung 14 auch die Menge des über eine Abgasrückführungsleitung 16 zurückzuführende Abgas ebenso wie die Luft-/Kraftstoffverhältniszahlen beeinflußt werden.

Das Abgas in der Abgasrückführungsleitung 16 wird nach Abzweigung von der Abgasleitung 7a bzw. 7b zuerst über ein Abgasrückführventil 17 zu einem Abgaskühler 18 geführt, von wo aus es in einen Zusatzverdichter 19 gelangt, bevor es der Ladeluftleitung 5 zugeführt wird. Bei der Verwendung eines Zusatzverdichters 19 kann die Durchflußreguliereinrichtung 4 entfallen. Die Durchflußreguliereinrichtung 4 wird man hauptsächlich dann vorsehen, wenn anstelle einer Rückführung des Abgases über den Zusatzverdichter 19 eine Abgasrückführung statt über das Ventil 17 über ein Ventil 20 (gestrichelt dargestellt) direkt über eine Abzweigleitung 16b (gestrichelt dargestellt) in die Abgasrückführungsleitung 16 erfolgt.

Um die Abgasrückführung zu ermöglichen ist lediglich dafür zu sorgen, daß der Abgasdruck p_{31} in der Abgasleitung 7a bzw. p_{3r} in der Abgasleitung 7b höher ist als der Ladedruck p_2 vor der Brennkraftmaschine 6. Falls die Abgasrückführung über den Zusatzverdichter 19 erfolgt, können gegebenenfalls die Drücke p_{31} und p_{3r} auch niedriger sein, da durch den Zusatzverdichter 19 ein entsprechend höherer Druck erreicht wird. Über einen Regler 21, der seine Regelfehle über eine Steueranleitung 22 entsprechend dem Soll-Motoren-Kennfeld erhält, werden über Steuerleitungen die entsprechenden Steuerbefehle zum Öffnen und Schließen des Ventils 17 bzw. 20 (wahlweise), der Durchflußreguliereinrichtung 4 und der Stellung des Leitgitters 12 geleitet. In dem Ejektor 4 als Druckreguliereinrichtung wird dabei der statische Druck des Abgases im Bedarfsfalle abgesenkt.

Die beiden alternativ eingesetzten Abgasventile 17 und 20 können als sogenannte "Flatterventile" ausgebildet sein, wodurch die Druckpulsationen im Abgassystem zur Rückführung des Abgases genutzt werden können.

Anstelle des Zusatzverdichters 19 kann im Bedarfsfalle auch ein kompletter zusätzlicher Abgasturbolader parallel zu dem Abgasturbolader 2 vorgesehen werden (nicht dargestellt).

Fig. 2 zeigt in einer Ausschnittsvergrößerung eine Strömungsverengung durch ein verstellbares Leitgitter 12a für einen der beiden Ringkanäle, nämlich Ringkanal 9. Bei Aktivierung, d. h. bei einem Einschieben des Leitgitters 12a, kommt es entsprechend in dem Ringkanal 9 zu dem gewünschten Druckaufbau.

Die Lösung nach der Fig. 2 kann alternativ zu den unterschiedlich großen Ringkanälen nach der Fig. 1 vorgesehen sein, aber auch gegebenenfalls zusätzlich und zwar ohne oder auch mit einem weiteren Leitgitter 12. Auf diese Weise erhält man eine große Variabilität, insbesondere auch bezüglich einem Einsatz als Turbobremse.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Abgasrückführung für eine aufgeladene Brennkraftmaschine mit folgenden Merkmalen:
 - 1.1 einem Abgasturbolader (2) mit einer Abgasturbine (8) und einem Verdichter (1),
 - 1.2 einer Abgasleitung (7a, 7b) und einer Ladeluftleitung (5),
 - 1.3 einer Abgasrückführungsleitung (16), die die

Abgasleitung (7a bzw. 7b) vor der Abgasturbine (8) mit der Ladeluftleitung (3) nach dem Verdichter (1) verbindet,

1.4 die Abgasturbine (8) ist als zweiflutige Turbine ausgebildet,

1.5 die Kanäle (9, 10) der beiden Fluten sind derart ausgebildet und/oder derart mit Einrichtungen (12a) versehen, daß ein asymmetrisches Durchsatzverhalten für die Kanäle (9, 10) einstellbar ist oder eingestellt ist,

1.6 die Abgasturbine (8) weist zur Änderung des Abgasdurchsatzes eine variable Geometrie auf, und

1.7 einer Regeleinrichtung (21), durch die der Druck in der Abgasrückführungsleitung (16) derart steuerbar ist, daß dieser höher einstellbar ist als der Druck in der Ladeluftleitung (5) nach dem Verdichter (1).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erhalt eines asymmetrischen Durchsatzverhaltens die Kanäle (9, 10) der beiden Fluten asymmetrisch, mit einem kleineren und einem größeren Kanal (9, 10) ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erhalt eines asymmetrischen Durchsatzverhaltens im Ausgangsbereich wenigstens einer der Kanäle ein oder mehrere Strömungsverengungen (12a) vorgesehen sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die variable Geometrie die Abgasturbine (8) mit einem verstellbaren Leitgitter (12) versehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Strömungsverengungen wenigstens ein verstellbares Leitgitter (12a) vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasleitung (7a, 7b) eine Abblase- oder Umblaseeinrichtung (14) angeordnet ist, durch die ein Abgasaustausch zwischen den Kanälen (9, 10) der beiden Fluten und/oder eine Abblase durchführbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ladeluftleitung (3) eine mit der Abgasrückführungsleitung (16) verbundene Durchflußreguliereinrichtung (4) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchflußreguliereinrichtung (4) einen variablen Ejektor aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das verstellbare Leitgitter (12) einen Axialschieber aufweist, der als Turbobremse ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgasturbolader (8) mit einem Zusatzverdichter (19) versehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzverdichter (19) auf der gleichen Welle (13) wie der Verdichter (1) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Abgasturbolader parallel geschaltet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasrückführungsleitung (16) ein Flatterventil (17 bzw. 20) ange-

ordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

